Manual Técnico

Armadura y Losas de Vigueta y Bovedilla

DEACERO®

EXCELENCIA EN CALIDAD

INTRODUCCION

El presente manual ha sido elaborado para el Departamento de Ventas de DEACERO, S.A. de C.V., con el propósito de brindar una guía práctica del uso de la ARMADURA en el sistema constructivo de losas de VIGUETA y BOVEDILLA.

Mercadotecnia
Gerencia de Armadura

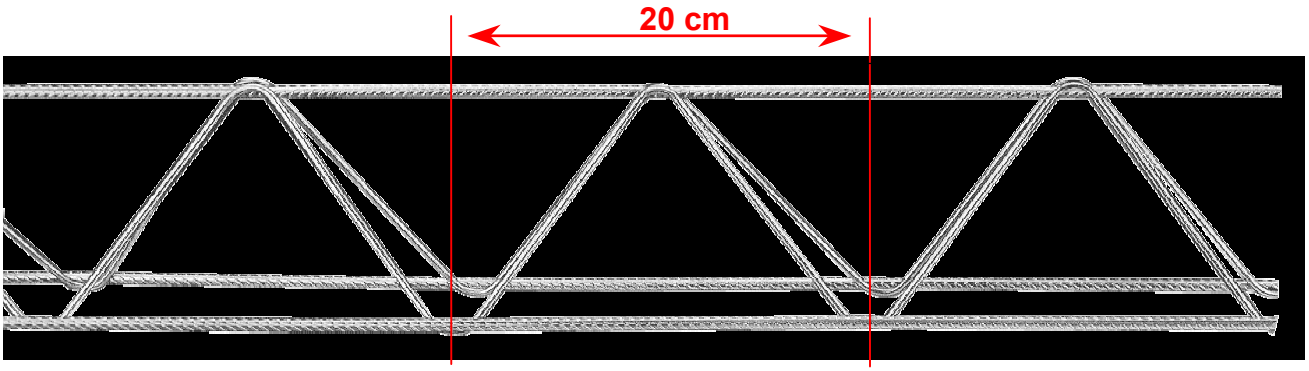
INDICE

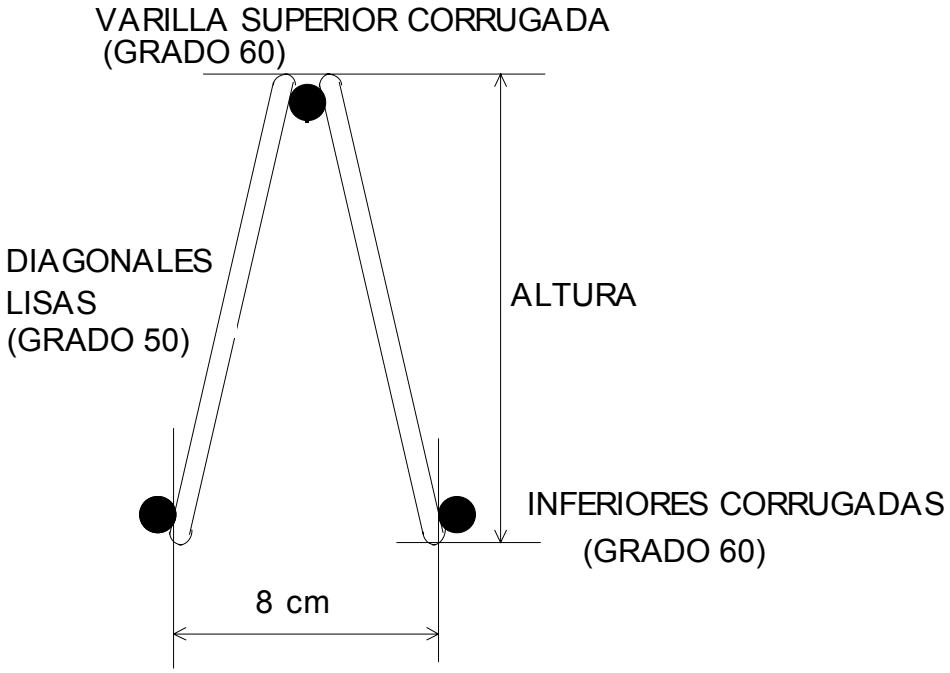
		Pagina
I.	CONOCIMIENTOS BASICOS	4
II.	SISTEMA DE LOSA VIGUETA-BOVEDILLA	7
III.	PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN CON EL SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA	10
IV.	FABRICACIÓN DE LA VIGUETA	14
V.	SISTEMA DE VENTA	22
VI.	VENTAJAS DEL SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA	24
VII.	COMPARATIVA DE COSTOS	25
VIII.	ANEXO 1: FORMATO DE COSTOS	32
IX.	ANEXO 2: CALCULO DEL ACERO ADICIONAL	33
X.	ANEXO 3: DETALLES DE CONSTRUCCION	36

I. CONOCIMIENTOS BASICOS

ARMADURA DEACERO

La armadura DEACERO es un producto dirigido principalmente a la fabricación de viguetas prefabricadas de concreto, para utilizarse en la construcción de losas con el sistema de vigueta-bovedilla.
La armadura es un producto electrosoldado triangular, formado por tres varillas longitudinales corrugadas, una superior y dos inferiores, unidas por varillas diagonales lisas en forma de zig-zag mediante el proceso de soldadura por resistencia eléctrica a cada 20 cm. Se fabrica de acuerdo a la Norma NOM-B-455.





La varilla superior y las varillas inferiores se fabrican con acero grado 60 de acuerdo a la norma NOM-B-72 y los diagonales con acero grado 50 de acuerdo a la norma NOM-B-253.

NOMENCLATURA

La armadura se identifica por dos números, por ejemplo, en el diseño “14/36” el primer número”14” indica la altura total de la armadura en cm y el segundo “36” indica el área de las dos varillas inferiores en mm² .

DISEÑOS EN EXISTENCIA

Diseño	Altura (cm)	Largo (m)	Superior (Grado 60)	Diagonales (Grado 50)	Inferiores (Grado 60)	Area Total Varillas Inferiores (mm^2)
10/36	10	6 y 9	1/4"	Cal. 8	3/16"	36
12/36	12	6 y 9	1/4"	Cal. 8	3/16"	36
12/64	12	6	1/4"	Cal. 8	1/4"	64
14/36	14	6 y 9	1/4"	Cal. 8	3/16"	36
14/64	14	6	1/4"	Cal. 8	1/4"	64

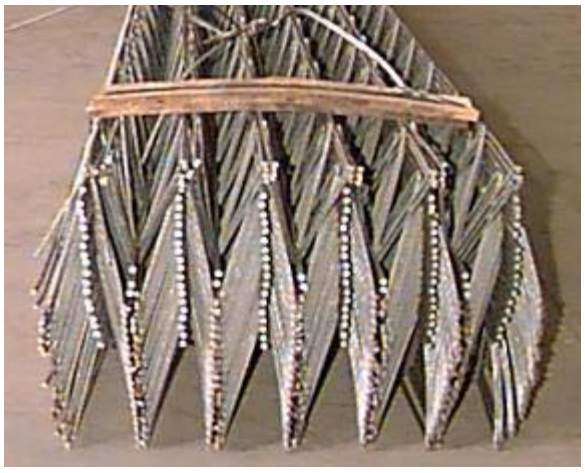
Diseño	Altura (cm)	Largo (m)	Superior (Grado 60)	Diagonales (Grado 50)	Inferiores (Grado 60)	Area Total Varillas Inferiores (mm^2)
10/36	10	6.2	1/4"	Cal. 8	3/16"	36
10/64	10	6	1/4"	Cal. 8	1/4"	64
12/36	12	7	1/4"	Cal. 8	3/16"	36
14/36	14	7	1/4"	Cal. 8	3/16"	36
14/64	14	7	1/4"	Cal. 8	1/4"	64
21/64	21	8	1/4"	Cal. 8	1/4"	64

Diseños de línea
Diseños bajo pedido

PROPIEDADES MECANICAS :	GRADO 50	GRADO 60
RESISTENCIA MINIMA A LA TENSION (kg/cm²)	5700	7000
RESISTENCIA MINIMA A LA FLUENCIA (kg/cm²)	5000	6000
ALARGAMIENTO MINIMO A LA RUPTURA EN 10 Ø	6%	8%

La armadura DEACERO se fabrica en tramos estándar de 6.0 m, sin embargo se puede surtir en longitudes especiales desde 3.0 m hasta 9.0 m en múltiplos de 10 cm.

La armadura se surte en paquetes de 120 piezas.

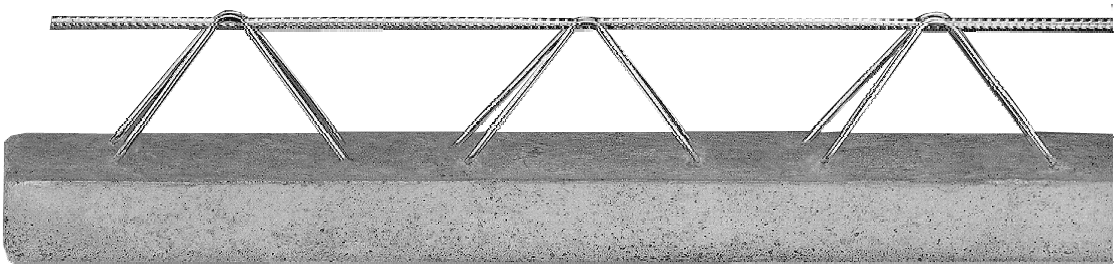


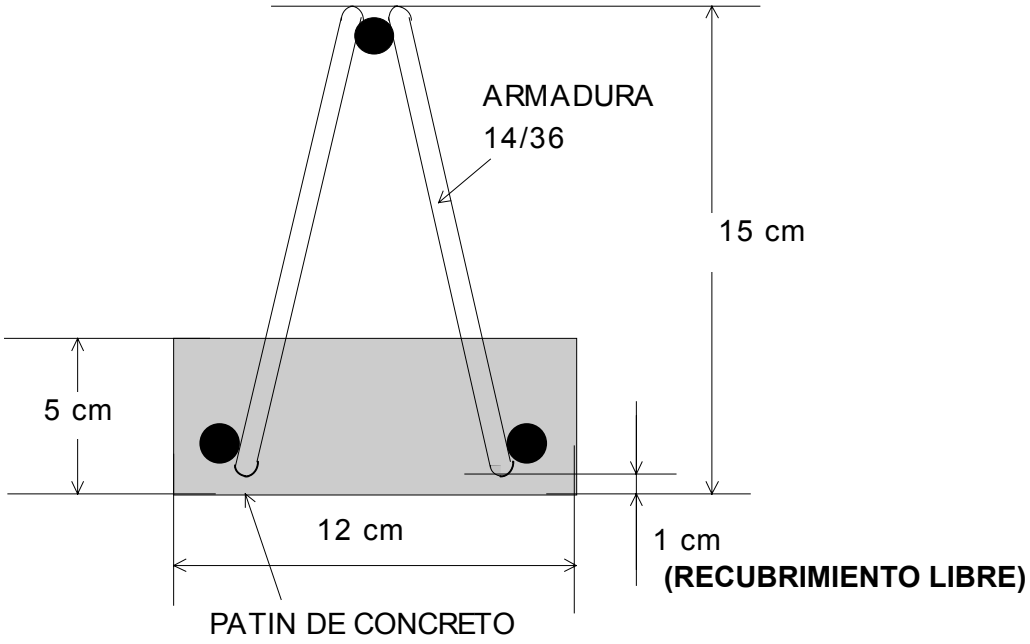
VIGUETA PREFABRICADA

La vigueta es el elemento compuesto por la armadura y por un patín de concreto colocado en la parte inferior y a todo lo largo de la misma.

La función del patín es servir de apoyo a las piezas aligerantes de la losa llamadas bovedillas.

La vigueta prefabricada es la parte más importante del sistema de losa vigueta-bovedilla, ya que es el elemento estructural responsable de la resistencia de la losa.

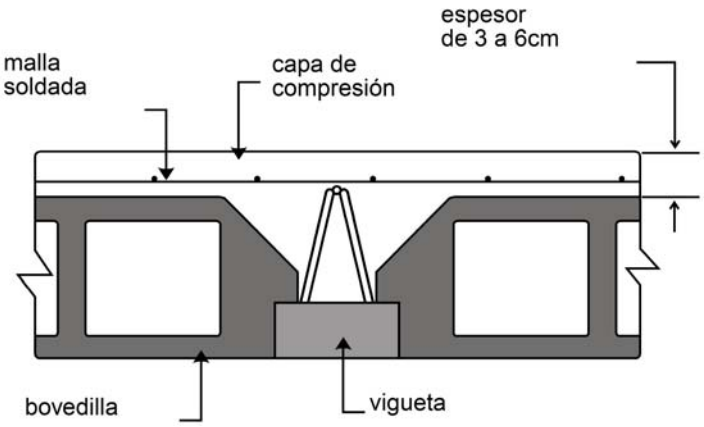




RESISTENCIA DEL CONCRETO f'c = 200 kg/cm²
PESO DE VIGUETA = 12 kg/m

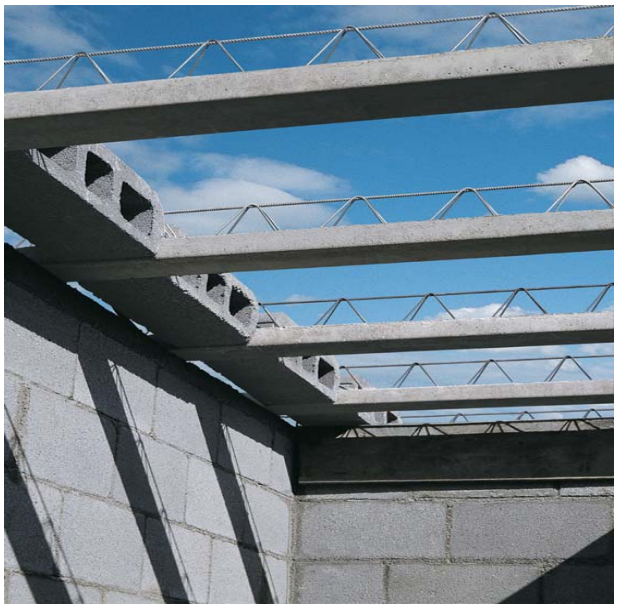
II. SISTEMA DE LOSA VIGUETA-BOVEDILLA

El sistema de losa vigueta-bovedilla es un sistema compuesto básicamente por dos elementos prefabricados, la vigueta y la bovedilla, productos de fabricación sencilla y de bajo costo, por lo cual este sistema es ideal para usarse en construcción de viviendas de interés social, residencial, áreas comerciales, escuelas y hoteles.



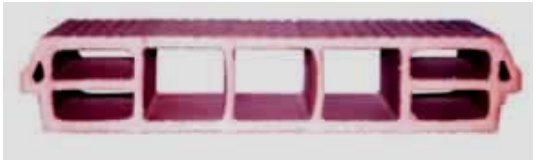
Los elementos que componen el sistema de losa vigueta-bovedilla son:

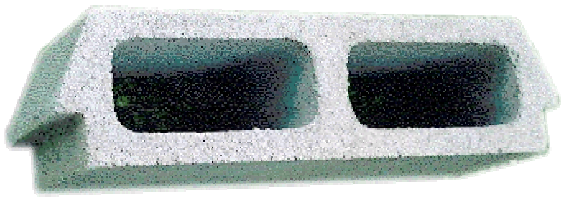
1. Armadura DEACERO.
2. Vigueta prefabricada.
3. Bovedilla.
4. Capa de compresión.
5. Acero de refuerzo de la capa de compresión.
6. Apuntalamiento provisional.



BOVEDILLA

Las bovedillas son los elementos aligerantes del sistema y pueden ser de diversos materiales, las hay de cemento-arena, de poliestireno, de barro, etc., las bovedillas se apoyan directamente en las viguetas cubriendo en forma conjunta toda la superficie de la losa. Su función es eliminar la cimbra de contacto y aligerar la losa.





No se considera contribución alguna por parte de las bovedillas a la resistencia de la losa.

La separación entre viguetas depende de las dimensiones de la bovedilla que se utilice, normalmente oscila entre 60 y 75 cm medida centro a centro de viguetas, la altura de la bovedilla depende del claro de la losa y existen desde 10 cm hasta 20 cm.

CAPA DE COMPRESIÓN

La capa de compresión es la capa de concreto colado en la obra que queda encima de las bovedillas. El espesor varía desde un mínimo de 3 cm hasta 5 cm.

La capa de compresión actúa como una pequeña losa apoyada sobre las viguetas prefabricadas, de tal manera que podríamos retirar sin ningún problema las bovedillas, después de construida la losa.

Al realizarse el colado del concreto en la obra, las diagonales de la armadura funcionan como conectores entre el concreto recién colado y el patín de la vigueta, integrando en forma monolítica la vigueta con la capa de compresión (como si toda la losa se colara al mismo tiempo).

La resistencia mínima del concreto colado en la obra será de f'c = 200 kg/cm².

ACERO DE REFUERZO DE LA CAPA DE COMPRESION

Se requiere colocar acero de refuerzo en la capa de compresión para resistir los esfuerzos de flexión que se lleguen a presentar. También para evitar agrietamientos por cambios volumétricos debidos a variaciones de temperatura.

El acero de refuerzo calculado es el mínimo requerido por contracción y temperatura.

Para espesores de 3 a 4 cm, se requiere una malla soldada 66-1010 y para 5 cm de espesor una malla 66-88.

REFUERZO DE LA CAPA DE COMPRESION

ESPESOR (cm)	MALLA SOLDADA
3 - 4	66 - 1010
5	66- 88

APUNTALAMIENTO PROVISIONAL

De acuerdo a sus características el sistema vigueta-bovedilla requiere de apuntalamiento provisional hasta que el concreto colado en obra alcance una resistencia suficiente.

Para losas con viguetas de 15 cm se recomienda una separación entre largueros de 1.60 m, éstos pueden ser polines de madera de 4”x4” apoyados en postes también de madera de 4”x4” espaciados a cada 1.50m.

III. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN CON EL SISTEMA VIGUETA - BOVEDILLA

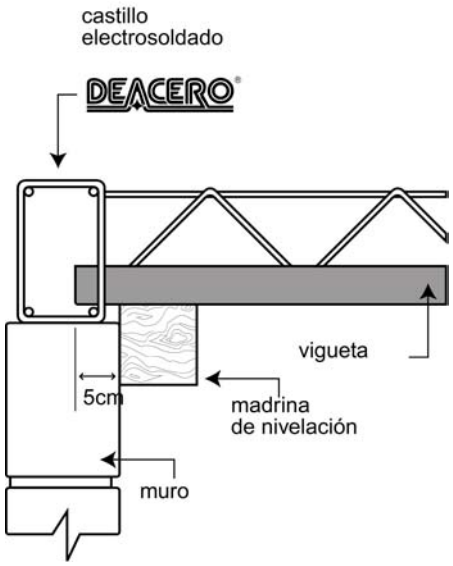
PASO 1: COLOCACION DE APUNTALAMIENTO PROVISIONAL.

Se colocan postes de 4”x4” a cada 1.50m y largueros de la misma sección a cada 1.60m para servir de apoyo provisional a las viguetas.

PASO 2: COLOCACION DE VIGUETAS.

Las viguetas se colocan en forma manual sobre los muros cargadores.

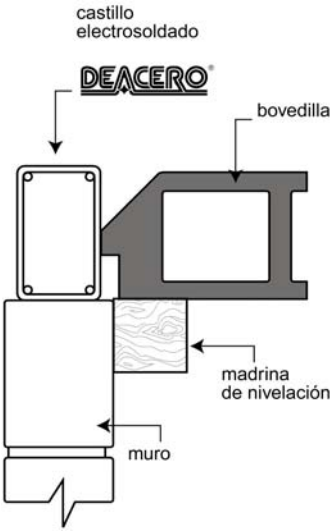
Deberán apoyarse sobre los muros o elementos cargadores por lo menos 5 cm. Por ejemplo, si se tiene un claro libre de 3.00 m, mas 5 cm de apoyo en cada muro, la vigueta requerida deberá tener 3.10 m de longitud total.

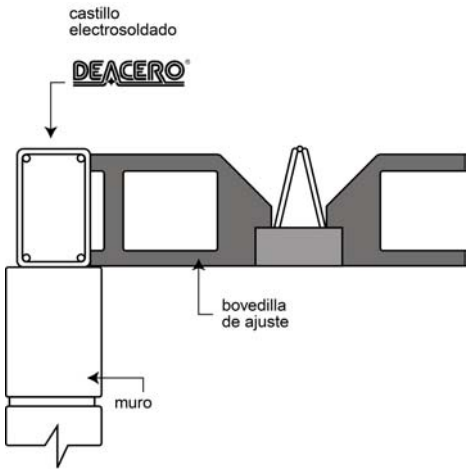


PASO 3: COLOCACION DE BOVEDILLAS

El montaje también se hace en forma manual. Se colocan primero las bovedillas de los extremos para dar la separación adecuada entre viguetas.

El peso de las mismas depende de las dimensiones y del tipo de material con el que se fabrique.





PASO 4: INSTALACIONES ELECTRICAS

Después de que las bovedillas han quedado en su lugar, se colocan las mangueras para la instalación eléctrica.

Estas se llevan por los muros y por los huecos de las bovedillas.

Donde se requiera una salida de cielo se retira esa bovedilla.

Así también se llevan a cabo las instalaciones hidráulicas y sanitarias que sean necesarias.

PASO 5: COLOCACION DE MALLA SOLDADA

La malla soldada se corta en el piso al tamaño deseado, se sube a la losa en construcción y se amarra con alambre recocido a la varilla superior de las viguetas.

Para espesores de capa de compresión de 3 y 4 cm la malla soldada es diseño 66 - 1010 y para un espesor de 5cm la malla a utilizar es la 66 - 88.

PASO 6: CAPA DE COMPRESION

El último paso es el colado de la capa de compresión que será de un espesor de por lo menos 3cm y de una resistencia no menor de f'c = 200 kg/cm².

Es recomendable el tapar los huecos de las bovedillas para no tener un mayor consumo de concreto.

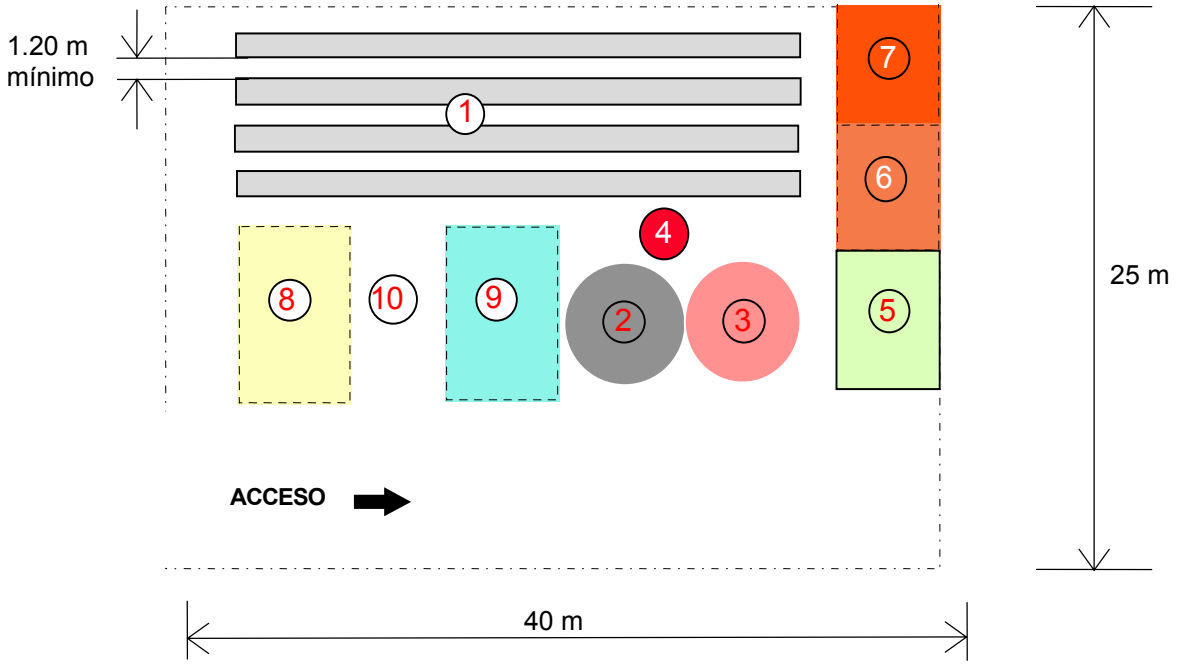
También es importante mojar las bovedillas para que exista una mayor adherencia con la capa de compresión.

IV. FABRICACIÓN DE LA VIGUETA

Para instalar una planta de fabricación de vigueta se requiere un terreno con un área suficiente para alojar las mesas de fabricación, mesas de habilitado de armaduras, almacenes de: agregados, cemento, armaduras DEACERO, varilla DA 6000 y producto terminado; así como espacio para maniobras de carga y descarga.

Una relación aproximada es de 2m² de terreno por cada mL de vigueta producida al día; por ejemplo, si se desea producir 500mL de vigueta diariamente se necesita un terreno de 1000 m² de superficie.

ARREGLO GENERAL DE UNA PLANTA DE VIGUETAS PREFABRICADAS



1.- Mesas de fabricación.
2.- Almacén de grava.
3.- Almacén de arena.
4.- Revolvedora de concreto.
5.- Almacén de cemento.
6.- Almacén de armadura y varilla 6000
7.- Mesas de habilitado de armaduras.
8.- Almacén de producto terminado.
9.- Almacén de producto terminado.
10.- Area para carga de viguetas a camión.

PANORAMICA DE UNA PLANTA DE VIGUETA

MATERIALES Y EQUIPO REQUERIDO PARA FABRICAR VIGUETA

MATERIALES :

- Armadura DEACERO.
- Varilla DA 6000.
- Alambre recocido cal. 16
- Cemento Portland tipo 1.
- Arena # 4.
- Grava de 1/2” tamaño máximo.
- Aceite quemado.
- Agua.

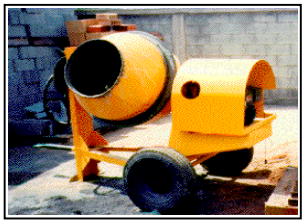
EQUIPO:

- Revolvedora de un saco.
- Carretillas.
- Palas.
- Cizallas.
- Mesas de fabricación.
- Mesas de habilitado de armadura.

ALMACEN DE ARMADURA

ALMACEN DE VARILLA 6000

ALMACEN DE GRAVA Y ARENA



REVOLVEDORA

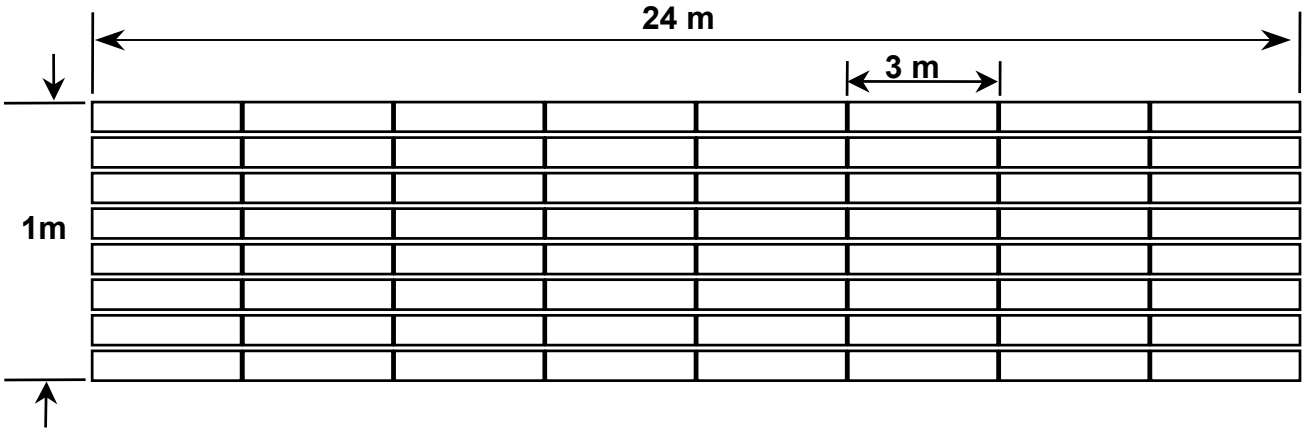
MESAS DE FABRICACION

MESAS DE HABILITADO

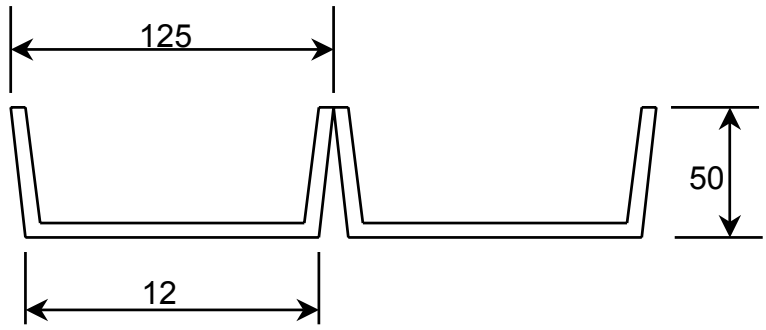
MESAS DE FABRICACION.

Son los moldes donde se realiza el colado del patín de la vigueta. La producción diaria de vigueta es igual a la mitad de la capacidad instalada de mesas de fabricación.

La separación entre mesas de fabricación no debe ser menor de 1.20m.



MESAS DE FABRICACION. PLANTA.
8 Líneas de fabricación. 8 x 24m = 192mL



SECCION TRANSVERSAL
Moldes de lámina cal. 10 ó 12 rolada en frío. (mm)

PROCESO DE FABRICACION DE LA VIGUETA

PASO 1: LIMPIEZA DE MOLDES Y APLICACION DE ACEITE

Se debe aplicar una capa de aceite quemado a los moldes antes del vaciado del concreto para facilitar el desmolde de las viguetas una vez que éstas hayan fraguado.

PASO 2: CORTE DE ARMADURA

La armadura DEACERO se corta con cizallas al tamaño de la vigueta.

Los largos de vigueta varían en múltiplos de 10cm, desde 1.0m hasta 6.0m.

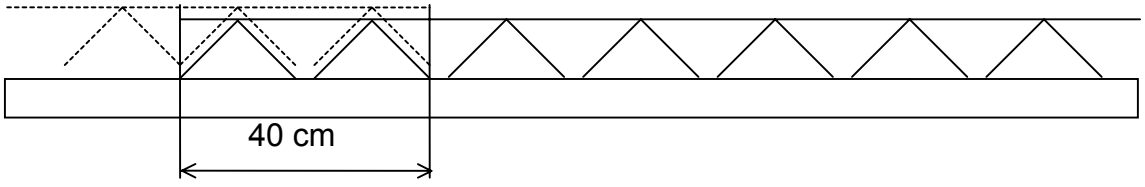
PASO 3: HABILITADO DE ARMADURAS Y AMARRE DE ACERO ADICIONAL

Para aumentar la resistencia de la vigueta es necesario colocarle acero adicional de acuerdo a la tabla proporcionada por el Departamento técnico de DEACERO (Anexo 2).

En la mesa de habilitado, con alambre recocido se amarra el acero adicional a cada 60 ó 80 cm, el cual se coloca directamente sobre las varillas inferiores de la armadura. Una vez habilitadas las armaduras DEACERO, se colocan a un lado de los moldes de fabricación.

Cuando se requiera traslapar dos tramos de armadura para lograr una longitud de vigueta determinada, se recomienda que el traslape se realice aproximadamente a los cuartos de la longitud de la vigueta.

El traslape mínimo es de 40 cm.



PASO 4.- FABRICACION DEL CONCRETO

La fabricación del concreto se realiza en una revolvedora de un saco.

La resistencia mínima del concreto que debe emplearse es de 200 kg/cm², y el revenimiento de 12 cm.

El proporción para un bulto de cemento dependerá de los agregados de la región. Para triturados de caliza se recomienda una proporción en volumen de 1:2¼:2.

Para un bulto de cemento se puede utilizar la siguiente proporción:

Cemento Portland tipo 1 normal:	**1 bulto**	**= 50 kg**
Grava de 1/2" tamaño máximo:	**90 lts. x 1.5**	**=135 kg**
Arena #4:	**75 lts. x 1.67**	**=125 kg**
Agua:	**34 lts. x 1**	**=34 kg**
Total		**=344 kg (143 lts.)**

PASO 5: VACIADO DEL CONCRETO

Una vez elaborado el concreto, se lleva en carretillas y se vacía en los moldes.

Se inicia en un extremo de la mesa y se van colando los diferentes tamaños de vigueta hasta terminar toda la mesa.

PASO 6: ENRASADO

Con la ayuda de una regla de madera, se enrasan los moldes cubriendo toda la longitud de la vigueta.

PASO 7: HINCADO DE LAS ARMADURAS EN EL CONCRETO

Las armaduras se van introduciendo en el concreto fresco, cuidando dejar un recubrimiento libre de 1cm.

Esto se hace manualmente aplicando un movimiento vibratorio pendular al mismo tiempo que se va introduciendo en el patín de concreto.

La armadura se lleva hasta el fondo del molde y se da un pequeño tirón hacia arriba para dar el recubrimiento adecuado.

PASO 8: SEPARACION DE VIGUETAS

Las viguetas se separan unas de otras con separadores de lámina, que se hincan en el concreto permitiendo obtener viguetas con los extremos bien acabados.

PASO 9: CURADO

Es necesario efectuar un curado adecuado de las viguetas ya coladas.

Se realiza a base de riego de agua, tantas veces como sea necesario, dependiendo de las condiciones climáticas, hasta el desmolde de las viguetas.

PASO 10: MARCADO

Cada serie de viguetas se marca con una clave que indica el destino (**A**zotea o **E**ntrepiso) y el claro o longitud de las viguetas. El marcado se hace con pintura y brocha.

PASO 11: DESMOLDE

Al siguiente día (24 hrs.) del vaciado, se procede al desmolde de las viguetas. Esto se hace manualmente utilizando para ello una tabla o un tubo, haciendo palanca sobre las

otras viguetas. Se van despegando de varios puntos, hasta que se desprenden totalmente.

PASO 12: ACARREO

Ya que se ha desmoldado, la vigueta se retira y se lleva a las pilas del almacén de producto terminado de acuerdo a la clave de cada vigueta. Se puede hacer en forma manual o empleando una grúa.

PASO 13: ALMACENAMIENTO

Las viguetas se apilan unas sobre otras, hasta un máximo de 8 estibas, colocando entre ellas tablas de apoyo a los tercios del claro. Cada pila representa un tipo de vigueta.

Deberán permanecer almacenadas un mínimo de 7 días con el fin de que el concreto alcance la resistencia necesaria para proceder al montaje en la obra.

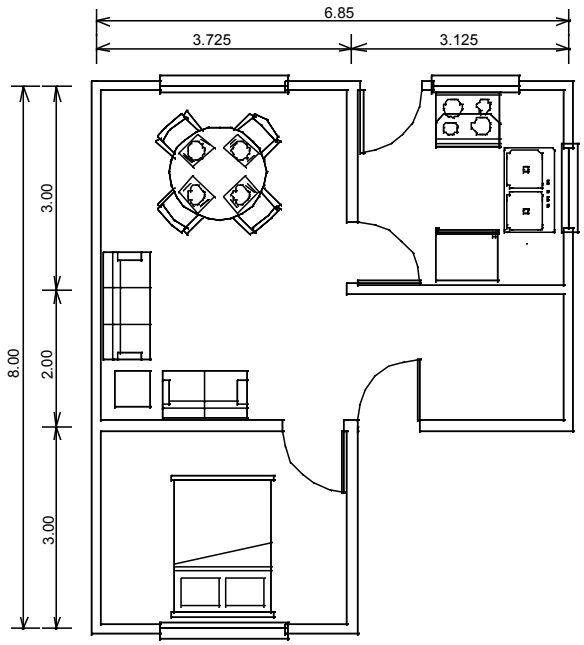
V. SISTEMA DE VENTA

Existen dos formas de venta del sistema de losa vigueta-bovedilla:

a) Venta por superficie de losa (precio/m²).
b) Venta por tipo de vigueta (precio/m).

En el sistema a), como es el caso de la Cd. de Monterrey, el fabricante de vigueta cotiza todo el paquete por metro cuadrado de losa, es decir los diferentes tipos de viguetas, la cantidad total de bovedillas y el acero de refuerzo de la capa de compresión y lo pone en la obra y el constructor se encarga del montaje del sistema y del colado del concreto, el precio es por m² y se cobra la superficie total de la losa.

Además junto con los materiales entrega al constructor un plano sencillo con el arreglo de viguetas (tipo y colocación) y volúmenes de obra. Para esto cuenta con un dibujante ó un pasante de ingeniería o arquitectura.



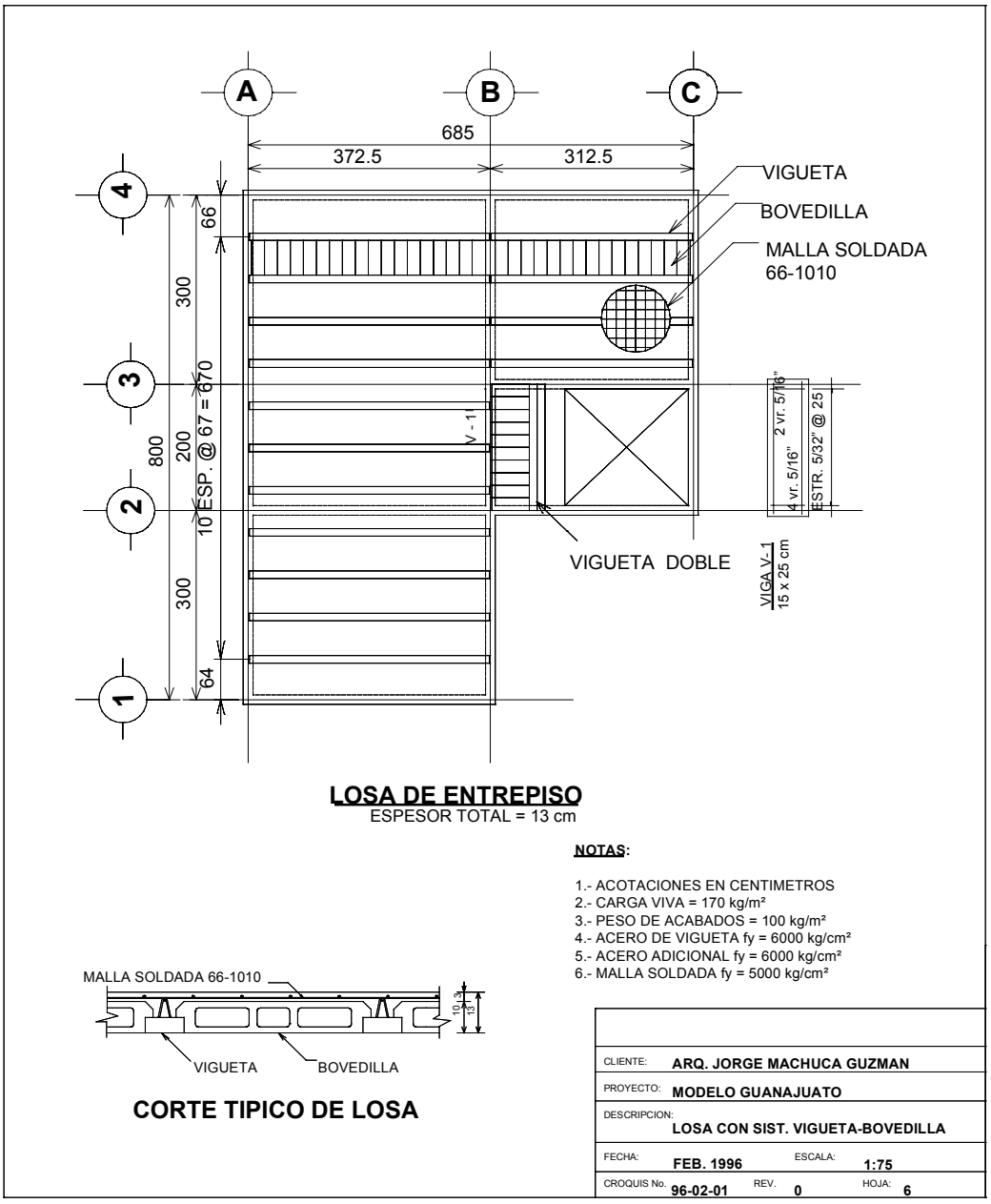
PLANTA BAJA

En el sistema b), como en la Cd. de México por ejemplo, el constructor hace sus propios planos de losa con vigueta y bovedilla y en este caso solicita al fabricante un listado de viguetas de diferentes tipos y de acuerdo a determinadas cargas y la cantidad y tipo de bovedillas que necesita, en este caso el precio es por metro ó tramo de vigueta y el precio de la bovedilla es por pieza.

ESTRUCTURA DE PRECIOS.

El proceso de fabricación de la vigueta es muy sencillo y de bajo costo. Ya sea que se maneje el precio de venta por metro cuadrado de losa ó por metro lineal de vigueta, el precio es muy competitivo en el mercado contra otros sistemas constructivos.

La tabla 1 del Anexo 1 se presenta como una base para el análisis desglosado del costo del sistema vigueta-bovedilla, de acuerdo a la cantidad de acero adicional que lleve cada tipo de vigueta.



VI. VENTAJAS DEL SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA

El sistema de losa vigueta-bovedilla por ser un sistema de elementos prefabricados, ofrece muchas ventajas contra las losas tradicionales, como:

1. Se elimina la cimbra de contacto (triplay, duela,etc.).

2. Ahorro de hasta un 85% en la cimbra total de la losa.

3. Ahorro de tiempo en la ejecución de la losa.

4. Menor costo por metro cuadrado de losa.

5. Ahorro de mano de obra de habilitado y armado de acero de refuerzo.

6. Ahorro de alambre recocido para amarres.

7. Reducción de desperdicios.

8. Se mejora la calidad de la construcción.

9. Facilidad de procedimiento constructivo (no requiere mano de obra especializada).

10. Mejor control de material en la obra.

11. Es un sistema más limpio y más seguro.

AHORRO EN COSTO HASTA 25 %

VII. COMPARATIVAS DE COSTOS

Feb-2004

COMPARATIVA DE COSTOS
VIGUETA ALMA ABIERTA vs LOSA SOLIDA

Elemento: **Losa de entrepiso en una dirección con un claro de 3.0 m**

Datos:

Carga Viva	= 170 kg/m²
Peso de Acabados	= 100 kg/m²
Concreto, f'c	= 200 kg/cm²

Resultados:

1) LOSA DE VIGUETA-BOVEDILLA

- Losa (10+3)/67
- Espesor total = 13 cm
- Armadura Deacero
- Varilla DA 6000
- Fy = 6000 kg/cm²
- Bovedilla de concreto

2) LOSA SOLIDA DE CONCRETO

- Espesor total = 10 cm
- Varilla Grado 42 , Fy = 4200 kg/cm²
- Refuerzo Positivo = 3/8 @ 22 cm
- Refuerzo p/Temp. = 3/8 @ 39 cm

Total = 3.99 kg/m²

- Desperdicio = 7 %

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		PRECIO UNIT. TOTAL	PRECIO TOTAL $/m²
			MAT.	M. DE O.		
1) VIGUETA-BOVEDILLA						
1.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0362	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 43.51
1.2 LOSA (10/67) 2. NIV.	m²	1.0000	$ 100.00	$ 34.01	$ 134.01	$ 134.01
1.3 CIMBRA MADERA	pt	1.4100	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 8.81
						$ 186.33
2) LOSA SOLIDA						
2.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.1050	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 126.20
2.2 VARILLA DE 3/8	kg	4.2700	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 32.78
2.3 ALAMBRE RECOCIDO	kg	0.1495	$ 6.30	$ 0.00	$ 6.30	$ 0.94
2.4.1 CIMBRA	pt	7.7160	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 48.23
2.4.2 CIMBRA	m²	1.0000	$ 0.00	$ 42.32	$ 42.32	$ 42.32
						$ 250.47

AHORRO = 26%

Feb-2004

COMPARATIVA DE COSTOS
VIGUETA ALMA ABIERTA vs LOSA SOLIDA

Elemento: **Losa de entrepiso en una dirección con un claro de 3.5 m**

Datos:

Carga Viva	= 170 kg/m²
Peso de Acabados	= 100 kg/m²
Concreto, f'c	= 200 kg/cm²

Resultados:

1) LOSA DE VIGUETA-BOVEDILLA

- Losa (10+4)/67
- Espesor total = 13 cm
- Armadura Deacero
- Varilla DA 6000
- Fy = 6000 kg/cm²
- Bovedilla de concreto

2) LOSA SOLIDA DE CONCRETO

- Espesor total = 11 cm
- Varilla Grado 42 , Fy = 4200 kg/cm²
- Refuerzo Positivo = 3/8 @ 17.5 cm
- Refuerzo p/Temp. = 3/8 @ 35 cm

Total = 4.8 kg/m²

- Desperdicio = 7 %

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		PRECIO UNIT. TOTAL	PRECIO TOTAL $/m²
			MAT.	M. DE O.		
1) VIGUETA-BOVEDILLA						
1.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0462	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 55.53
1.2 LOSA (10/67) 2. NIV.	m²	1.0000	$ 100.00	$ 34.01	$ 134.01	$ 134.01
1.3 CIMBRA	pt	1.4100	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 8.81
						$ 198.35
2) LOSA SOLIDA						
2.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.1155	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 138.82
2.2 VARILLA DE 3/8	kg	5.1360	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 39.43
2.3 ALAMBRE RECOCIDO	kg	0.1798	$ 6.30	$ 0.00	$ 6.30	$ 1.13
2.4.1 CIMBRA	pt	7.7160	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 48.23
2.4.2 CIMBRA	m²	1.0000	$ 0.00	$ 42.32	$ 42.32	$ 42.32
						$ 269.93

AHORRO = 27%

Feb-2004

COMPARATIVA DE COSTOS
VIGUETA ALMA ABIERTA vs LOSA SOLIDA

Elemento: **Losa de entrepiso en una dirección con un claro de 5.0 m**

Datos:

Carga Viva	= 170 kg/m²
Peso de Acabados	= 100 kg/m²
Concreto, f'c	= 200 kg/cm²

Resultados:

1) LOSA DE VIGUETA-BOVEDILLA

- Losa (15+5)/67
- Espesor total = 20 cm
- Armadura Deacero
- Varilla DA 6000
- Fy = 6000 kg/cm²
- Bovedilla de concreto

2) LOSA SOLIDA DE CONCRETO

- Espesor total = 17 cm
- Varilla Grado 42 , Fy = 4200 kg/cm²
- Refuerzo Positivo = 1/2 @ 21 cm
- Refuerzo p/Temp. = 3/8 @ 23 cm

Total = 7.16 kg/m²

- Desperdicio = 7 %

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		PRECIO UNIT. TOTAL	PRECIO TOTAL $/m²
			MAT.	M. DE O.		
1) VIGUETA-BOVEDILLA						
1.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0644	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 77.40
1.2 LOSA (15/67) 2. NIV.	m²	1.0000	$ 120.00	$ 34.01	$ 154.01	$ 154.01
1.3 CIMBRA	pt	1.4100	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 8.81
						$ 240.22
2) LOSA SOLIDA						
2.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.1785	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 214.54
2.2 VARILLA DE 3/8	kg	2.6000	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 19.96
2.3 VARILLA DE 1/2	kg	5.0800	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 39.00
2.3 ALAMBRE RECOCIDO	kg	0.2688	$ 6.30	$ 0.00	$ 6.30	$ 1.69
2.4.1 CIMBRA	pt	7.7160	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 48.23
2.4.2 CIMBRA	m²	1.0000	$ 0.00	$ 42.32	$ 42.32	$ 42.32
						$ 365.74

AHORRO = 34%

Feb-2004

COMPARATIVA DE COSTOS
VIGUETA ALMA ABIERTA - BOVEDILLA vs LOSA ALIGERADA C/BARROBLOCK

Elemento: **Losa de entrepiso en una dirección con un claro de 3.0 m**

Datos:

Carga Viva	= 170 kg/m²
Peso de Acabados	= 100 kg/m²
Concreto, f'c	= 200 kg/cm²

Resultados:

1) LOSA DE VIGUETA-BOVEDILLA

- Losa (10+3)/67
- Espesor total = 13 cm
- Armadura Deacero
- Varilla DA 6000
- Fy = 6000 kg/cm²
- Bovedilla de concreto

2) LOSA ALIG. C/BARROBLOCK DE 10X20X30 cm

- Espesor total = 14 cm
- Varilla Grado 42 , Fy = 4200 kg/cm²
- Refuerzo Positivo = 1 Ø 1/2 + 1 Ø 3/8
- Refuerzo p/Temp. = M.S. 66-1010

  Total Var. Grado 42 = 2.36 kg/m²
- Desperdicio = 7 %

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
			MAT.	M. DE O.	TOTAL	$/m²
1) VIGUETA-BOVEDILLA						
1.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0362	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 43.51
1.2 LOSA (10/67) 2. NIV.	m²	1.0000	$ 100.00	$ 34.01	$ 134.01	$ 134.01
1.3 CIMBRA MADERA	pt	1.4100	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 8.81
						$ 186.33
2) LOSA ALIGERADA						
2.1 BBLOCK 10X20X30	pza	14.0000	$ 2.87	$ 0.70	$ 3.57	$ 49.98
2.2 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0570	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 68.51
2.3 VARILLA DE 1/2	kg	1.5090	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 11.58
2.4 VARILLA DE 3/8	kg	0.8510	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 6.53
2.5 M.S. 66-1010	m²	1.0500	$ 6.26	$ 2.99	$ 9.25	$ 9.72
2.6 CIMBRA MATLS.	P.T.	6.2280	$ 6.25		$ 6.25	$ 38.93
2.7 CIMBRA M. DE O.	m²	1.0000		$ 42.32	$ 42.32	$ 42.32
						$ 227.57

AHORRO = 22%

Feb-2004

COMPARATIVA DE COSTOS
VIGUETA ALMA ABIERTA - BOVEDILLA vs LOSA ALIGERADA C/BARROBLOCK

Elemento: **Losa de entrepiso en una dirección con un claro de 3.50 m**

Datos:

Carga Viva	= 170 kg/m²
Peso de Acabados	= 100 kg/m²
Concreto, f'c	= 200 kg/cm²

Resultados:

1) LOSA DE VIGUETA-BOVEDILLA

- Losa (10+4)/67
- Espesor total = 13 cm
- Armadura Deacero
- Varilla DA 6000
- Fy = 6000 kg/cm²
- Bovedilla de concreto

2) LOSA ALIG. C/BARROBLOCK DE 10X20X30 cm

- Espesor total = 14 cm
- Varilla Grado 42 , Fy = 4200 kg/cm²
- Refuerzo Positivo = 3 Ø 3/8
- Refuerzo p/Temp. = M.S. 66-1010

Total Var. Grado 42 = 2.55 kg/m²

- Desperdicio = 7 %

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		PRECIO UNIT. TOTAL	PRECIO TOTAL $/m²
			MAT.	M. DE O.		
1) VIGUETA-BOVEDILLA						
1.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0462	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 55.53
1.2 LOSA (10/67) 2. NIV.	m²	1.0000	$ 100.00	$ 34.01	$ 134.01	$ 134.01
1.3 CIMBRA	pt	1.4100	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 8.81
						$ 198.35
2) LOSA ALIGERADA						
2.1 BBLOCK 10X20X30	pza	14.0000	$ 2.87	$ 0.70	$ 3.57	$ 49.98
2.2 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0570	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 68.51
2.3 VARILLA DE 1/2	kg	0.0000	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 0.00
2.4 VARILLA DE 3/8	kg	2.5500	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 19.58
2.5 M.S. 66-1010	m²	1.0500	$ 6.26	$ 2.99	$ 9.25	$ 9.72
2.6 CIMBRA MATLS.	P.T.	6.2280	$ 6.25		$ 6.25	$ 38.93
2.7 CIMBRA M. DE O.	m²	1.0000		$ 42.32	$ 42.32	$ 42.32
						$ 229.03

AHORRO = 15%

Feb-2004

COMPARATIVA DE COSTOS
VIGUETA PRETENSADA - BOVEDILLA vs LOSA ALIGERADA C/BARROBLOCK

Elemento: **Losa de entrepiso en una dirección con un claro de 5.0 m**

Datos:

Carga Viva	= 170 kg/m²
Peso de Acabados	= 100 kg/m²
Concreto, f'c	= 200 kg/cm²

Resultados:

1) LOSA DE VIGUETA-BOVEDILLA

- Losa (15+5)/67
- Espesor total = 20 cm
- Armadura Deacero
- Varilla DA 6000
- Fy = 6000 kg/cm²
- Bovedilla de concreto

2) LOSA ALIG. C/BARROBLOCK DE 15X20X30 cm

- Espesor total = 20 cm
- Varilla Grado 42 , Fy = 4200 kg/cm²
- Refuerzo Positivo = 2 Ø 1/2 + 1 Ø 3/8
- Refuerzo p/Temp. = M.S. 66-1010

  Total Var. Grado 42 = 3.87 kg/m²
- Desperdicio = 7 %

TABLA COMPARATIVA

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
			MAT.	M. DE O.	TOTAL	$/m²
1) VIGUETA-BOVEDILLA						
1.1 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0644	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 77.40
1.2 LOSA (15/67) 2. NIV.	m²	1.0000	$ 120.00	$ 34.01	$ 154.01	$ 154.01
1.3 CIMBRA	pt	1.4100	$ 6.25	$ 0.00	$ 6.25	$ 8.81
						$ 240.22
2) LOSA ALIGERADA						
2.1 BBLOCK 15X20X30	pza	14.0000	$ 4.26	$ 0.70	$ 4.96	$ 69.44
2.2 CONCRETO, f'c=200	m³	0.0714	$ 1,000.00	$ 201.90	$ 1,201.90	$ 85.82
2.3 VARILLA DE 1/2	kg	3.0200	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 23.19
2.4 VARILLA DE 3/8	kg	0.8500	$ 5.30	$ 2.38	$ 7.68	$ 6.53
2.5 M.S. 66-1010	m²	1.0500	$ 6.26	$ 2.99	$ 9.25	$ 9.72
2.6 CIMBRA MATLS.	P.T.	6.2280	$ 6.25		$ 6.25	$ 38.93
2.7 CIMBRA M. DE O.	m²	1.0000		$ 42.32	$ 42.32	$ 42.32
						$ 275.93

AHORRO = 15%

RESUMEN COMPARATIVA DE COSTOS

CLAROS / SISTEMA	3.0 m	3.5 m	5.0 m
Vigueta - Bovedilla Armadura	$186 h = 13 cm	$198 h = 14 cm	$240 h = 20 cm
Losa Aligerada Barroblock	$228 22% h = 14 cm	$229 15% h = 14 cm	$276 15% h = 20 cm
Losa Solida Tradicional	$250 26% h = 10 cm	$270 27% h = 11 cm	$366 34% h = 17 cm

VIII. ANEXO 1

TABLA 1

LOSA																	FECHA :
COSTO DE INSUMOS		ARM.	ACERO ADICIONAL					COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	COSTO	MARGEN
TAMAÑO (m)	ACERO ADICIONAL	14/36 $ /m	5/32 $ /kg $ /m	3/16 $ /kg $ /m	1/4 $ /kg $ /m	5/16 $ /kg $ /m	1/2 $ /kg $ /m	DE ACERO $/m	DE CONCRETO $/m $ /m3 ( )m3/m	DE M.O $/m	DE VIGUETA $/m	DE BOVEDILLA $/m $ /pza	ACERO TEMP. $/m² 66-1010	DE FLETE $/m²	TOTAL $/m²	DE UTILIDAD $ /m²

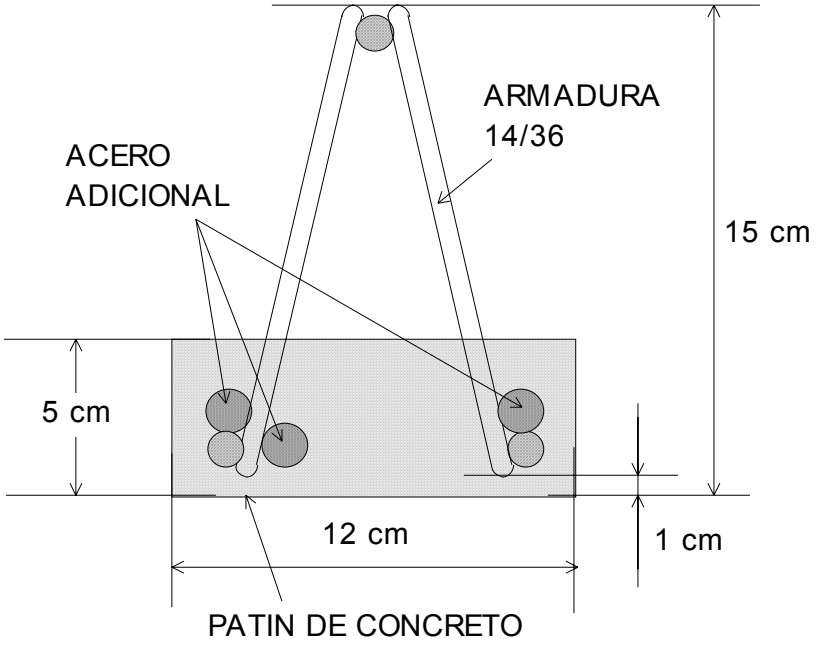
IX. ANEXO 2

CALCULO DEL ACERO ADICIONAL

La vigueta prefabricada se fabrica con armadura DEACERO y en el caso que se requiera se coloca refuerzo adicional con varillas DA 6000 de 3/16, 1/4 ó 5/16, desde una hasta cuatro varillas.

La cantidad requerida de varillas de acero adicional depende de varios factores, el peso propio de la losa (peso de la bovedilla), la carga viva de diseño (destino de la losa), la separación entre viguetas y la longitud del claro de la losa.

Para determinar el acero adicional se utilizan tablas de cálculo que el departamento técnico de DEACERO elabora para cada caso en particular (ver tablas anexas).



Las tablas se elaboran basándose en los siguientes datos:

a. Dimensiones de la bovedilla.
b. Espesor de la capa de compresión.
c. Tipo de Armadura.
d. Tipo de bovedilla (concreto, poliestireno, etc.)
e. Resistencia del concreto, f'c.
f. Resistencia del acero, Fy = 6,000 kg/cm² (Varilla DA 6000)
g. Peso de acabados.

Las tablas consideran cargas vivas sobre las losas de 100, 170, 250, 300, 350 y 400kg/m², el reglamento de construcciones del D.F. recomienda una carga viva de 100 kg/m² para losas de azotea y de 170 kg/m² para entrepisos.

Para determinar las varillas de acero adicional se selecciona la columna de carga viva elegida, en esta columna se busca la longitud del claro y en la columna de acero adicional se encuentra la cantidad de varillas requeridas.

EJEMPLO:
Determinar el acero adicional para una vigueta que va a cubrir un claro de 4.0 m, para una losa de entrepiso, utilizando Armadura DEACERO 14/36.

1. Seleccionar la carga viva = 170 kg/m².

2. En la columna de carga viva = 170 kg/m² encontramos un claro de diseño de = 4.17m.

3. Siguiendo esta línea en la columna de acero adicional encontramos 2 ∅ 5/16, es decir, que se requiere colocar dos varillas DA 6000 de 5/16 ∅ a la armadura 14/36.

SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA
LOSA (15+4)/67
ARMADURA DEACERO 14/36
BOVEDILLA DE CONCRETO
CONCRETO f'c = 200 kg/cm²
ACERO Fy = 6000 kg/cm²

PESO DE ACABADOS	100	kg/m²
SEPARACION ENTRE VIGUETAS	67	cm
PESO PROPIO	296	kg/m²

CLARO DE DISEÑO (m)

CARGA VIVA (kg/m²)			100	170	250	300	350	400
VIGUETA	ACERO ADICIONAL	MR kg-m						
14-36	-	334	2.35	2.17	2.02	1.94	1.86	1.80
14-54	1 Ø 3/16	500	2.87	2.66	2.47	2.37	2.28	2.20
14-68	1 Ø 1/4	629	3.22	2.98	2.77	2.66	2.56	2.47
14-72	2 Ø 3/16	665	3.31	3.07	2.85	2.73	2.63	2.54
14-85	1 Ø 5/16	784	3.59	3.33	3.09	2.97	2.85	2.75
14-100	2 Ø 1/4	920	3.89	3.61	3.35	3.21	3.09	2.98
14-117	1 Ø 5/16 + 1 Ø 1/4	1073	4.21	3.90	3.62	3.47	3.34	3.22
14-134	2 Ø 5/16	1226	4.50	4.17	3.87	3.71	3.57	3.44
14-152	2 Ø 5/16 + 1 Ø 3/16	1387	4.78	4.43	4.11	3.94	3.80	3.66
14-166	2 Ø 5/16 + 1 Ø 1/4	1511	4.99	4.63	4.29	4.12	3.96	3.82
14-183	3 Ø 5/16	1662	5.11	4.85	4.50	4.32	4.16	4.01
14-198	2 Ø 5/16 + 2 Ø 1/4	1794	5.22	4.99	4.68	4.49	4.32	4.17
14-215	3 Ø 5/16 + 1 Ø 1/4	1943	5.34	5.10	4.87	4.67	4.49	4.34
14-232	4 Ø 5/16	2091	5.45	5.21	4.98	4.84	4.66	4.50
14-214	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4.33
14-263	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4.78
14-313	2 Ø 5/8	2784	5.91	5.66	5.40	5.28	5.16	5.05

TABLA SOLAMENTE VALIDA PARA EL EJEMPLO

NOTA : TODAS LAS VARILLAS DE ACERO ADICIONAL SON DE GRADO 60 , EXCEPTO LAS DE 1/2 Y DE 5/8 .

SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA
LOSA (15+4)/67
ARMADURA DEACERO 14/64
BOVEDILLA DE CONCRETO
CONCRETO f'c = 200 kg/cm²
ACERO Fy = 6000 kg/cm²

PESO DE ACABADOS	100	kg/m²
SEPARACION ENTRE VIGUETAS	67	cm
PESO PROPIO	296	kg/m²

CLARO DE DISEÑO (m)

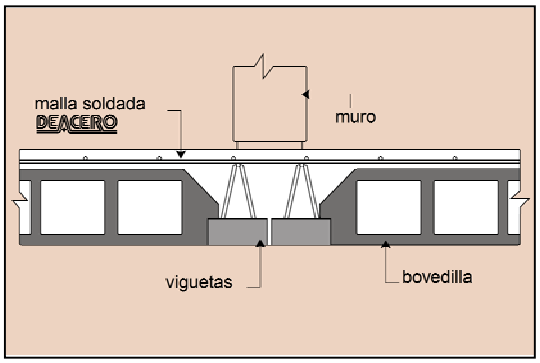
CARGA VIVA (kg/m²)			100	170	250	300	350	400
VIGUETA	ACERO ADICIONAL	MR kg-m						
14-64	-	592	3.12	2.90	2.69	2.58	2.48	2.39
14-82	1 Ø 3/16	756	3.53	3.27	3.04	2.91	2.80	2.70
14-96	1 Ø 1/4	884	3.82	3.54	3.28	3.15	3.03	2.92
14-100	2 Ø 3/16	920	3.89	3.61	3.35	3.21	3.09	2.98
14-113	1 Ø 5/16	1037	4.13	3.83	3.56	3.41	3.28	3.17
14-128	2 Ø 1/4	1172	4.40	4.07	3.78	3.63	3.49	3.37
14-145	1 Ø 5/16 + 1 Ø 1/4	1325	4.67	4.33	4.02	3.86	3.71	3.58
14-162	2 Ø 5/16	1476	4.93	4.57	4.24	4.07	3.92	3.78
14-180	2 Ø 5/16 + 1 Ø 3/16	1635	5.09	4.81	4.46	4.28	4.12	3.98
14-194	2 Ø 5/16 + 1 Ø 1/4	1759	5.19	4.96	4.63	4.44	4.27	4.12
14-211	3 Ø 5/16	1908	5.31	5.07	4.82	4.63	4.45	4.30
14-226	2 Ø 5/16 + 2 Ø 1/4	2038	5.40	5.17	4.94	4.78	4.60	4.44
14-243	3 Ø 5/16 + 1 Ø 1/4	2186	5.51	5.27	5.04	4.92	4.77	4.60
14-260	4 Ø 5/16	2332	5.62	5.37	5.14	5.01	4.89	4.75
14-242	2 Ø 1/2	2177	5.51	5.27	5.04	4.92	4.76	4.59
14-291	1 Ø 5/8 +1 Ø 1/2	2598	5.79	5.54	5.30	5.17	5.05	4.94
14-341	2 Ø 5/8	3020	6.05	5.79	5.54	5.40	5.28	5.16

TABLA SOLAMENTE VALIDA PARA EL EJEMPLO

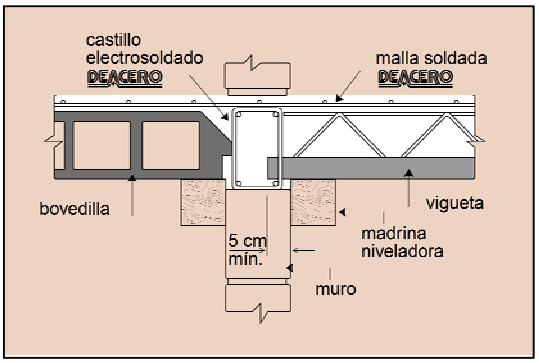
NOTA : TODAS LAS VARILLAS DE ACERO ADICIONAL SON DE GRADO 60 , EXCEPTO LAS DE 1/2 Y DE 5/8 .

X. ANEXO 3

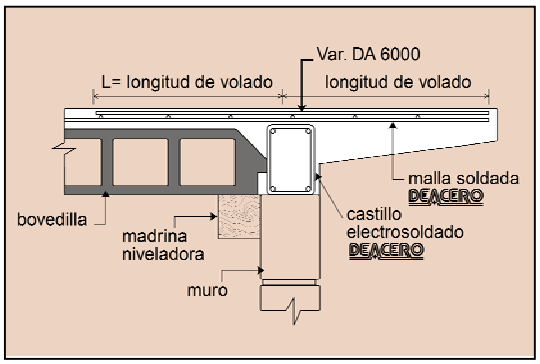
DETALLES CONSTRUCTIVOS



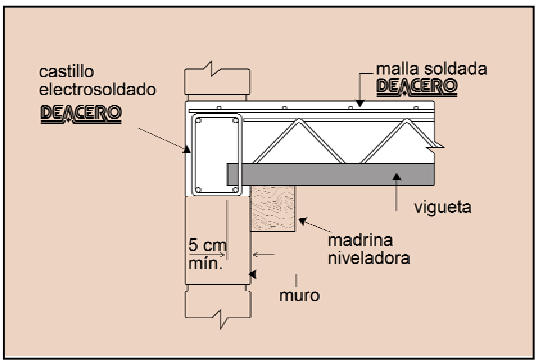
DOBLE VIGUETA PARA CARGAR MURO DIVISORIO



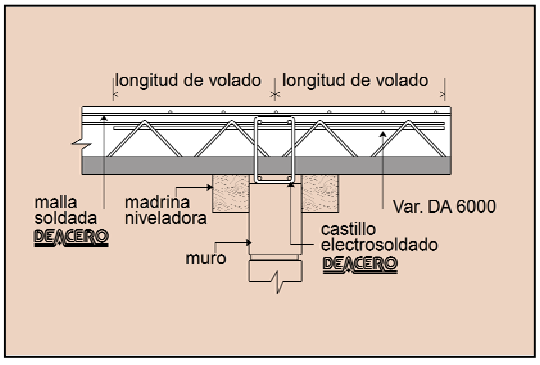
VIGUETA Y BOVEDILLA APOYADAS EN MURO INTERIOR



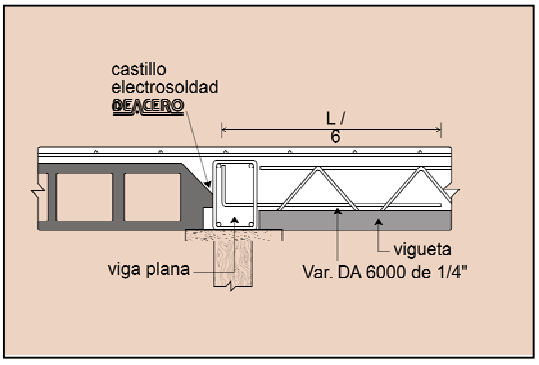
VOLADO CON LOSA SOLIDA



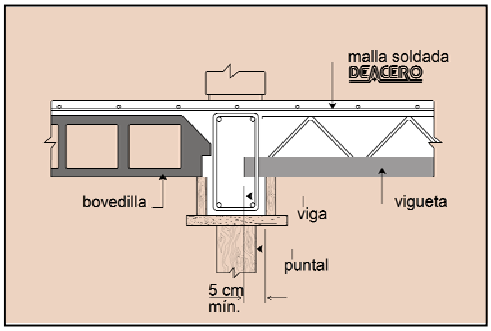
VIGUETA APOYADA EN MURO EXTERIOR



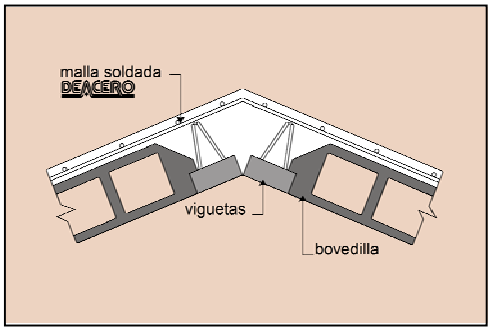
VOLADO CON LOSA VIGUETA



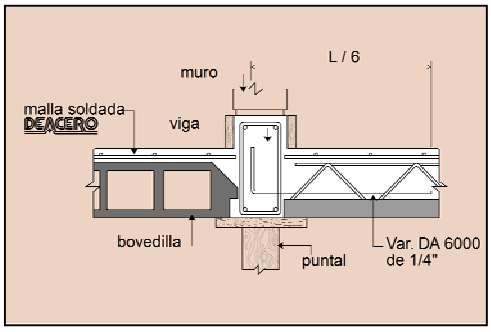
VIGUETA Y BOVEDILLA APOYADAS SOBRE VIGA PLANA



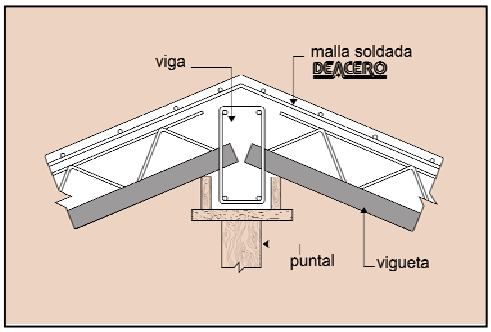
VIGUETA Y BOVEDILLA APOYADAS EN VIGA PERALTADA



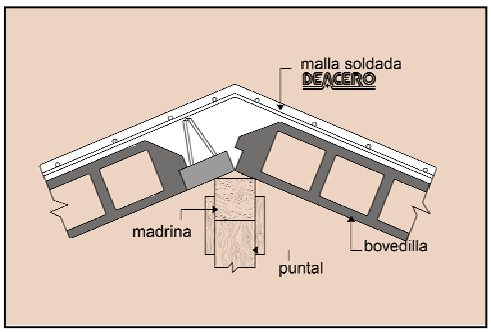
CUMBRERA CON DOBLE VIGUETA



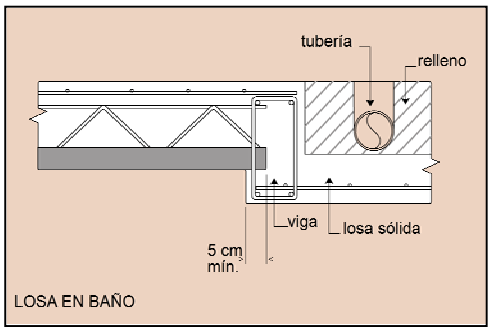
VIGUETA Y BOVEDILLA APOYADAS EN VIGA INVERTIDA



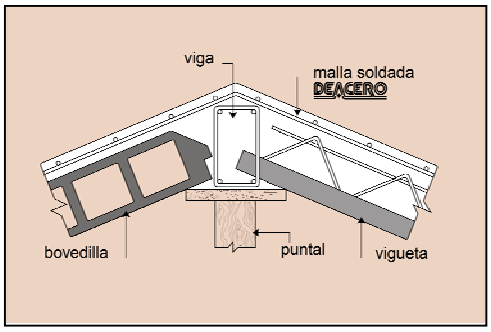
VIGUETAS EN CUMBRERA APOYADAS EN VIGA



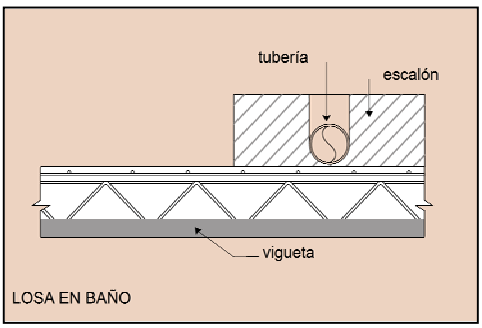
VIGUETA EN CUMBRERA



ALTERNATIVA 1. LOSA SOLIDA



CUMBRERA CON VIGA



ALTERNATIVA 2. CON RELLENO SOBRE LA LOSA

DEACERO®

EXCELENCIA EN CALIDAD

www.deacero.com armadura@deacero.com 01800-831-5700